

Potensi Arang Akif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO_x pada Kendaraan Bermotor

Wa Ode Veby Verlina ^{(1*}, Abdul Wahid Wahab ⁽¹, dan Maming ⁽¹

⁽¹ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar

Abstract. *Research about “Activated Coconut Shell Charcoal Potency as Adsorbent Gass Emissions for CO, NO, and NO_x” the purpose for catch wind of potency from coconut shell which has been activated in physical-chemistry applying to know adsorption ability activated coconut shell charcoal in adsorption vehicle gass emissions. The making of activated charcoal acquired with high temperature heating by using furnace at 500°C temperature while 1 hour by ZnCl₂ as activator of chemistry activation with concentration varience 6%, 8%, 10% be done in submerged concerning activated coconut shell charcoal while 24 hours. Then, done through adoption test concerning emissions gass by using PEM-9004 analyzer without adsorbent and with activated coconut shell charcoal. According results, activated charcoal has adsorbent potency and best gasses adsorption concerning vehicle gas emission are ZnCl₂ 10% with water content 6,62%, ash content 0,03%, vaporability 5,16%, and carbon bond content 94,81%. Adsorption in first minute to fifth minutes of NO and NO_x are 3 ppm, 3 ppm, 0 ppm, 0 ppm, and 0 ppm with maximum adsorption capacity is 100% whereas the adsorption of CO is 81%. SEM result analysis shows increasing pores in activated charcoal with pointed out in pore form and becoming more admittance pores.*

Keywords : *Adsorption, activated charcoal, PEM-9004, SEM, coconut shell.*

Abstrak. Penelitian “Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO_x” bertujuan untuk mengetahui potensi dari tempurung kelapa yang telah diaktivasi secara fisika-kimia menggunakan variasi konsentrasi pengaktif guna mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif tempurung kelapa dalam mengadsorpsi emisi gas buang kendaraan bermotor roda dua. Pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa diperoleh dengan pemanasan suhu tinggi menggunakan tanur yaitu pada suhu 500 °C selama 1 jam dan diaktivasi secara kimia menggunakan ZnCl₂ sebagai aktifator dengan variasi konsentrasi 6%, 8%, dan 10%, dilakukan dengan cara perendaman terhadap arang aktif tempurung kelapa selama 24 jam. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui daya adsorpsi arang aktif terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan PEM-9004 *analyzer* tanpa adsorben arang aktif dan dengan adsorben arang aktif. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kelapa yang memiliki potensi sebagai media adsorben dan penyerapan terbaik terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor adalah arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi menggunakan ZnCl₂ 10% dengan kadar air 6,62%; kadar abu 0,03%; kadar zat mudah menguap 5,16%; dan kadar karbon terikat 94,81% juga adsorpsi gas NO dan NO_x pada menit pertama hingga menit kelima berturut-turut adalah 3 ppm, 3 ppm, 0 ppm, 0 ppm, dan 0 ppm dengan kapasitas adsorpsi maksimum terbaik arang aktif tempurung kelapa terhadap emisi gas buang NO, NO_x adalah sebesar 100% sedangkan besar penyerapan gas CO berturut-turut adalah 1560 ppm, 1400 ppm, 1260 ppm, 990 ppm, 990 ppm dengan kapasitas adsorpsi maksimum dari gas buang CO adalah sebesar 81%. Hasil analisis SEM memperlihatkan peningkatan jumlah pori pada arang aktif

*alamat korespondensi: waodevebyverlina@ymail.com

tempurung kelapa yang ditunjukkan dengan seragamnya bentuk pori dan semakin besarnya luas permukaan pori.

Kata kunci: Adsorpsi, arang aktif, PEM-9004, SEM, tempurung kelapa.

PENDAHULUAN

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia yang mengalami masalah pencemaran udara. Berdasarkan hasil penelitian dilaporkan bahwa kualitas udara kota Makassar sudah mengkhawatirkan yang disebabkan oleh semakin meningkatnya konsentrasi CO, NO, dan NO_x akibat tingginya jumlah kendaraan bermotor. Hal ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya jumlah titik kemacetan dan penurunan kecepatan kendaraan di berbagai ruas jalan. Data dari Dinas Perhubungan Kota Makassar (2009) menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2007 tercatat 296.931 unit, tahun 2008 tercatat 319.038 unit, dan pada tahun 2009 tercatat 360.122 unit kendaraan. Kawasan atau jalur rawan kemacetan di Makassar terus bertambah seiring menurunnya tingkat pelayanan jalan dengan perbandingan volume kendaraan dan kapasitas jalan dari 0,36 sampai 0,78 atau kondisi lalu lintas yang berpotensi terjadi tundaan sampai kemacetan (Dinas Perhubungan Kota Makassar, 2010). Peningkatan konsentrasi CO, NO, dan NO_x secara besar-besaran jelas akan berdampak besar terhadap peningkatan polusi udara (Irham, 2011).

Berdasarkan data Bappenas yang bekerjasama dengan *Asean Development Bank* dan *Swiss Contact* (2006), pertambahan kendaraan yang pesat terkait langsung dengan kondisi sistem transportasi

yang buruk. Banyak orang terdorong untuk menggunakan kendaraan pribadi terutama sepeda motor karena ketiadaan transportasi umum yang aman, nyaman, dan tepat waktu. Akibatnya, kemacetan lalu lintas tidak dapat dihindari khususnya pada jam-jam sibuk. Tingginya laju pertumbuhan penduduk berdampak pada peningkatan jumlah transportasi sebagai sarana aktivitas dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya. Menurut Kementerian Keuangan dan Bank Dunia (2008), emisi tahunan Indonesia dari sektor energi mencapai 275 juta ton karbon dioksida atau sekitar 9% dari total emisi gas Indonesia. Diperkirakan, dengan kebijakan pemerintah saat ini yang cenderung mendukung pengembangan bahan bakar fosil ditambah dengan besarnya hambatan pengembangan energi terbarukan, emisi dari sektor energi akan cenderung meningkat tajam menjadi tiga kali lipat di tahun 2030 (WRI, 2008).

Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya pencemaran udara tersebut perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran lingkungan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mereduksi bahan pencemar di udara adalah pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai adsorben (media penyerap) yang sebelumnya telah diubah menjadi arang aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari material yang mengandung karbon. Salah satu material yang mengandung karbon adalah tempurung kelapa. Arang aktif tempurung kelapa

mampu menurunkan konsentrasi berbagai polutan di udara termasuk CO, NO, dan NO_x karena memiliki daya adsorpsi dan luas permukaan yang baik (Pujiyanto, 2010). Tempurung kelapa mudah diperoleh secara komersial. Menurut Khan (2003) dalam Suyati (2005), semakin besar luas permukaan dan volume total pori, maka jari-jari rerata pori akan semakin kecil sehingga sangat baik dijadikan sebagai adsorben untuk menyerap gas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, Laboratorium Terpadu Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar, dan di tempat parkir Sains Building Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa sebagai sumber arang aktif, ZnCl₂ p.a, akuades, kertas saring Whatmann No. 42, kertas pH universal, aluminium foil, tali raffia, dan *tissue roll*.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Portable Emission Measurement (PEM) 9004 Analyzer*, kaleng, pipa PVC, aluminium, neraca analitik (Shimadzu AW220), penyaring Buchner, pompa vakum (ABM tipe 4EK F6 3CX-4), SEM-EDX Tescan Vega3SB, cawan porselin, Tanur (*Muffle Furnace Type 6000*), oven (tipe

SPNISOSFD), desikator, ayakan 40 mesh, sepeda motor Yamaha, erlenmeyer 250 mL, statif, klem, kaca arloji, labu semprot, sendok, mortar, gelas umum yang digunakan di laboratorium, dan gegep.

Prosedur Kerja

1. Persiapan Sampel Tempurung Kelapa (Meisrilestari, 2013)

Sampel tempurung kelapa diambil secara acak lalu dibersihkan menggunakan akuades. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 100 °C selama 1 jam.

2. Pembuatan Arang Tempurung Kelapa (Buckingham, 2010)

Sampel tempurung kelapa dimasukkan ke dalam kaleng pembakaran. Kemudian kaleng pembakaran ditutup dan dipanaskan selama 30 menit. Asap yang keluar dilewatkan melalui pipa menuju sumber air.

3. Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa (Budiono, 2010)

Sebanyak 100 gram arang tempurung kelapa yang lolos 40 mesh masing-masing direndam dalam 100 mL ZnCl₂ 6% (b/v), ZnCl₂ 8% (b/v), ZnCl₂ 10% (b/v) selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatmann No. 42 dan dicuci dengan akuades. Selanjutnya, dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama 1 jam. Dan dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500 °C selama 1 jam.

4. Penentuan Kadar Air Arang Aktif Tempurung Kelapa (Budiono, 2010)

Sebanyak 1 gram arang aktif ditimbang dan dianggap sebagai massa mula-mula. Setelah itu, dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 3 jam. Selanjutnya, didinginkan dalam desikator

dan dilakukan penimbangan sehingga diperoleh massa konstan.

5. Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Tempurung Kelapa (Budiono, 2010)

Sebanyak 1 gram arang aktif ditimbang dan dianggap sebagai massa mula-mula. Setelah itu, dipanaskan dalam oven pada suhu 600 °C selama 1 jam. Setelah pemanasan selesai, tutup *furnace* dibuka selama 1 menit untuk menyempurnakan proses pengabuan. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam desikator hingga kering dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh massa konstan sebagai massa abu.

6. Penentuan Kadar Zat Mudah Menguap (Ferry, 2002)

Sebanyak 1 gram sampel arang aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah diketahui bobot keringnya. Selanjutnya, sampel dipanaskan dalam tanur pada suhu 650 °C selama 10 menit. Kemudian, dikeluarkan cawan. Setelah itu, dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam dan ditimbang.

7. Analisa Kadar Karbon Terikat (Ferry, 2002)

Karbon dalam arang aktif adalah zat selain abu dan zat atsiri. Kadar karbon terikat dapat dihitung pada persamaan berikut (Sutmoko, 2013) : $\text{Kadar karbon terikat} = 100\% - (\text{kadar air} + \text{kadar zat menguap} + \text{kadar abu})$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preparasi dan Pembuatan Arang Tempurung Kelapa

Pada penelitian ini, dilakukan 2 proses utama dalam preparasi sampel yakni proses dehidrasi dan karbonisasi. Sampel

tempurung kelapa yang telah disiapkan diambil secara acak kemudian dilakukan proses pencucian sampel yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat pada tempurung kelapa. Setelah pencucian, sampel tempurung kelapa dikeringkan terlebih dahulu di bawah terik matahari sebelum dimasukkan ke dalam oven. Hal tersebut bertujuan agar oven tidak berasap ketika dimasukkan sampel dalam keadaan basah. Setelah agak kering, sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 80 °C selama 24 jam, agar air yang masih terdapat pada tempurung kelapa menguap sempurna kemudian didinginkan dalam desikator.

Setelah melalui proses dehidrasi, sampel tempurung kelapa dimasukkan ke dalam kaleng yang telah dirangkai sedemikian rupa untuk dilakukan proses pengarangan. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendekomposisi tempurung kelapa menjadi arang. Pada tahap ini, sampel dibakar dalam kaleng selama 30 menit hingga menjadi arang. Asap yang dihasilkan selama proses pengarangan dialirkan menuju sumber air menggunakan pipa penghubung. Setelah itu keseluruhan arang tempurung kelapa yang dihasilkan, dihaluskan menggunakan tumbukan batu dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh untuk memperoleh ukuran pori-pori kecil.

2. Proses Aktivasi Arang Tempurung Kelapa

Proses aktivasi arang secara umum ada tiga, antara lain proses fisika, kimia, dan kombinasi fisika-kimia. Proses pengaktifan secara fisika pada penelitian ini dilakukan dengan pembakaran pada suhu 500 °C selama 1 jam. Arang aktif yang telah

diaktivasi pada suhu 500 °C akan memiliki ukuran pori yang lebih besar, disebabkan karena pada suhu tersebut terjadi perubahan komposisi dan struktur materi pada arang aktif. Tujuan dari aktivasi ini untuk mengaktifkan arang aktif dan menghilangkan berbagai unsur-unsur pengotor yang menutupi pori-pori permukaan arang aktif.

Pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Dalam penelitian ini, senyawa kimia yang ditambahkan ke dalam arang tempurung kelapa adalah ZnCl_2 dengan menggunakan variasi konsentrasi 6%, 8%, dan 10%. Tujuan dari penambahan ZnCl_2 adalah sebagai aktifator untuk memutuskan ikatan hidrokarbon sehingga pori-pori permukaan arang menjadi lebih luas. Hal tersebut akan memudahkan proses penyerapan.

Tempurung kelapa yang telah diarangkan kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam 100 mL ZnCl_2 dengan variasi konsentrasi 6%, 8%, dan 10%. Campuran kemudian diaduk, ditutup menggunakan aluminium foil, dan didiamkan selama 24 jam pada suhu kamar. Arang tempurung kelapa hasil aktivasi dicuci dengan akuades hingga pH netral (pH=7) yang bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa ion Cl^- . Setelah air bilasan netral, arang tempurung kelapa disaring menggunakan penyaring Buchner untuk diambil residunya. Setelah itu, dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada suhu 100 °C untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada hasil residu arang aktif tempurung kelapa.

3. Uji Kualitas Arang Aktif Tempurung Kelapa

3.1 Penentuan Kadar Air

Salah satu sifat kimia dari arang aktif yang mempengaruhi kualitas arang aktif yaitu kadar air. Penetapan kadar air arang aktif bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Penentuan kadar air dilakukan dengan penimbangan sebanyak 1 gram arang aktif sebagai massa mula-mula yang dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 3 jam. Hal tersebut bertujuan untuk melakukan dehidrasi pada arang aktif tempurung kelapa secara maksimal. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan dan dilakukan penimbangan kembali untuk memperoleh bobot konstan arang aktif tempurung kelapa. Berikut hasil pengukuran kadar air arang aktif tempurung kelapa diperlihatkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Air Arang Aktif Tempurung Kelapa

No	Jenis Arang	Kadar Air (%)
1	Arang belum teraktivasi	16,79
2	Arang aktif 6%	7,13
3	Arang aktif 8%	6,87
4	Arang aktif 10%	6,62

Dari tabel 1 terlihat penurunan kadar air arang tempurung kelapa cukup besar sebelum dan setelah diaktivasi. Sebelum diaktivasi, kadar air yang diperoleh sebesar 16,79% sedangkan setelah proses aktivasi, terdapat perbedaan kandungan kadar air untuk masing-masing konsentrasi pengaktif.

Pada arang aktif tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan ZnCl_2 6% adalah sebesar 7,13% sedangkan untuk arang aktif tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan ZnCl_2 dengan konsentrasi 8% dan 10% berturut-turut adalah 6,87% dan 6,62%. Nilai kadar air dari arang aktif yang telah teraktivasi menunjukkan kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-95 yaitu lebih rendah dari 15%.

Tingginya kadar air yang terdapat pada arang aktif sebelum dilakukan proses aktivasi lebih disebabkan oleh sifat higroskopis arang aktif dan juga adanya molekul uap air yang terperangkap di dalam kisi-kisi heksagonal arang aktif sedangkan rendahnya kadar air yang terdapat pada arang aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam arang aktif telah menguap selama proses karbonisasi. Penurunan kadar air ini sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator ZnCl_2 . Terikatnya molekul air oleh aktivator akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari arang aktif tempurung kelapa. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif tempurung kelapa menunjukkan baiknya kualitas dari arang aktif tersebut dalam menyerap emisi gas buang kendaraan bermotor (Budiono, 2010).

3.2 Penentuan Kadar Abu

Selain kadar air, parameter lain yang juga mempengaruhi kualitas arang aktif adalah kadar abu. Kadar abu merupakan persentase berat oksida-oksida mineral dalam karbon seperti silikon, sulfur, kalsium, dan komponen lain dalam jumlah kecil. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksida logam yang

masih terdapat dalam arang aktif tempurung kelapa setelah melalui proses aktivasi pada suhu 500 °C. Kadar abu akan mempengaruhi kualitas arang aktif sebagai adsorben.

Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan arang aktif tempurung kelapa dalam tanur pada suhu 600 °C selama 1 jam. Hasil yang diperoleh adalah abu berupa oksida-oksida logam yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Hasil pengujian menunjukkan penurunan persentase kadar abu sebelum dan setelah aktivasi. Penurunan tersebut disebabkan adanya aktivator asam yang dapat melarutkan oksida-oksida logam (Chang, 2005). Nilai kadar abu untuk semua sampel arang aktif tempurung kelapa lebih rendah dari ambang batas kualitas arang aktif yaitu sebesar 10% atau telah memenuhi standar yang telah ditetapkan SNI 06-3730-95. Berikut hasil analisis kadar abu arang aktif tempurung kelapa terlihat pada tabel 10.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Abu

No	Jenis Arang	Kadar Abu (%)
1	Arang belum teraktivasi	0,96
2	Arang aktif 6%	0,06
3	Arang aktif 8%	0,05
4	Arang aktif 10%	0,03

Arang aktif terdiri dari lapisan-lapisan bertumpuk satu sama lain yang membentuk pori. Dimana pada pori-pori arang biasanya terdapat pengotor berupa mineral anorganik dan oksida logam yang menutupi pori. Selama proses aktivasi, pengotor tersebut larut dalam aktivator sehingga menyebabkan luas permukaan

pori-pori semakin besar karena adanya pori-pori baru yang terbentuk. Hal ini mengakibatkan semakin besar luas permukaan dari arang aktif semakin baik kualitas dari arang aktif tersebut.

3.3 Penentuan Kadar Zat Mudah Menguap

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi tetapi menguap pada suhu 650 °C. Menurut Sudrajat (1985) dalam Suryani (2009), komponen yang terdapat dalam arang aktif adalah air, abu, karbon terikat, nitrogen, dan sulfur. Besarnya kadar zat mudah menguap mengarah kepada kemampuan daya jerap arang aktif. Kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengurangi daya jerap arang aktif. Peningkatan suhu aktivasi cenderung menurunkan kadar zat mudah menguap. Hal ini terjadi karena pada suhu tinggi, terjadi pelepasan senyawa yang terjerap pada pori permukaan arang aktif seperti CO₂, CO, CH₄, dan H₂ dapat berlangsung sempurna. Kadar zat mudah menguap arang aktif yang dibuat telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 yaitu maksimum 15%. Adapun kadar zat mudah menguap yang terukur pada penelitian arang aktif tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Zat Mudah Menguap

No	Jenis Arang	Kadar Zat Mudah Menguap (%)
1	Arang yang belum teraktivasi	15,10
2	Arang aktif 6%	6,26
3	Arang aktif 8%	5,80
4	Arang aktif 10%	5,16

Dari hasil pengujian terlihat kadar zat mudah menguap dari arang sebelum aktivasi menunjukkan persentase yang sangat besar dibandingkan arang aktif setelah aktivasi. Hal tersebut disebabkan karena pada saat proses aktivasi, zat mudah menguap yang menutupi pori permukaan arang aktif menguap ketika diberi suhu tinggi.

3.4 Penentuan Kadar Karbon Terikat

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi hasil pirolisis selain abu (zat organik) dan zat-zat atsiri yang masih terdapat pada pori-pori arang. Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi (Suryani, 2009). Semakin tinggi kadar karbon, semakin baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Kadar karbon terikat dihitung dari nilai kadar zat mudah menguap dan kadar abu.

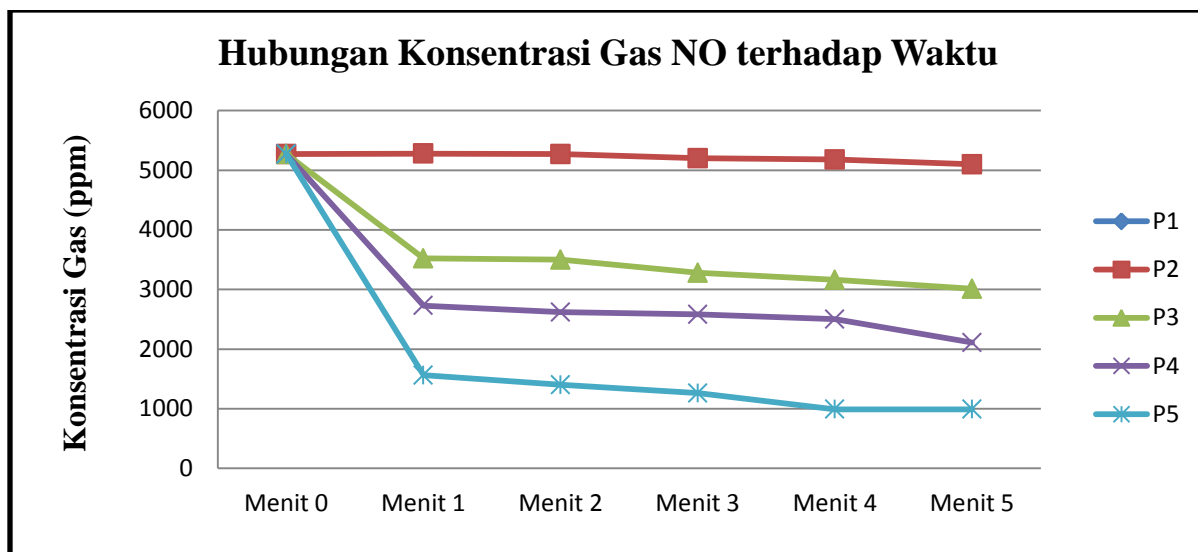
Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Karbon Terikat

No	Jenis Arang	Kadar Karbon Terikat (%)
1	Arang belum teraktivasi	83,94
2	Arang aktif 6%	93,68
3	Arang aktif 8%	94,15
4	Arang aktif 10%	94,81

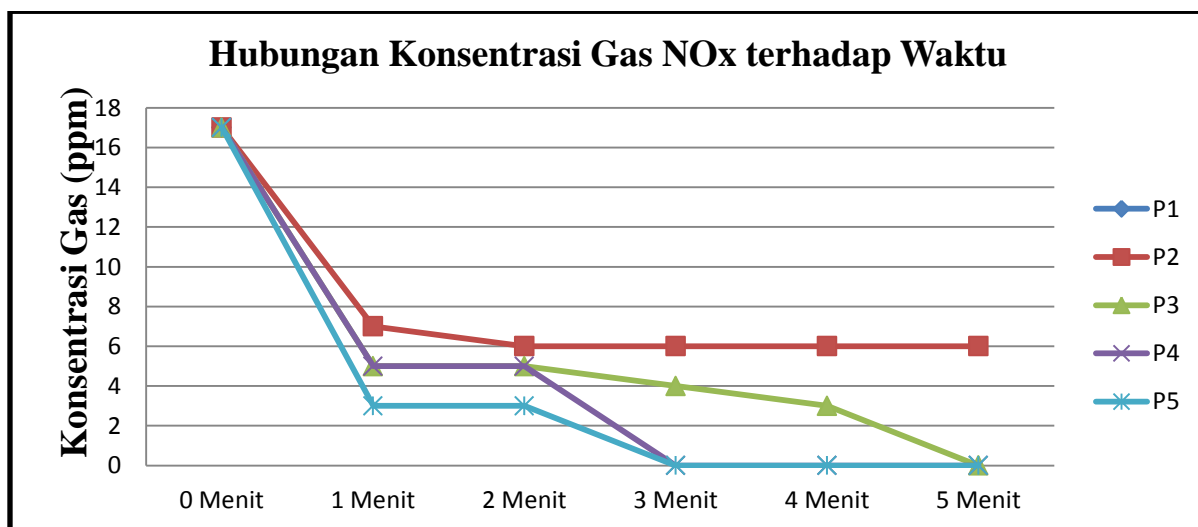
Hasil pengujian menunjukkan kenaikan persentase kadar karbon terikat sebelum dan setelah aktivasi. Kenaikan tersebut disebabkan rendahnya persentase kadar abu dan kadar zat mudah menguap yang terdapat pada arang sebelum dan setelah aktivasi. Nilai kadar karbon terikat untuk semua sampel arang aktif tempurung kelapa jauh lebih tinggi dari persentase

minimum yang telah ditetapkan sebagai kualitas arang aktif yaitu sebesar 65% atau

telah memenuhi standar yang telah ditetapkan SNI 06-3730-95.



Gambar 1. Grafik Pengukuran Emisi Gas NO Tanpa dan Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa sebelum dan Setelah Aktivasi



Gambar 2. Grafik Pengukuran Emisi Gas NO_x Tanpa dan Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa sebelum dan Setelah Aktivasi

Keterangan :

P1 = Pengukuran tanpa menggunakan media adsorben

P2 = Pengukuran menggunakan arang belum teraktivasi

P3 = Pengukuran menggunakan arang aktif teraktivasi ZnCl₂ 6%

P4 = Pengukuran menggunakan arang aktif teraktivasi ZnCl₂ 8%

P5 = Pengukuran menggunakan arang aktif teraktivasi ZnCl₂ 10%

5. Pengumpulan Data

Arang aktif yang telah dihasilkan diaplikasikan untuk adsorpsi emisi gas buang kendaraan bermotor. Proses adsorpsi dilakukan dengan cara memasukkan 100 gram arang aktif tempurung kelapa ke dalam media adsorben. Dalam hal ini, pengukuran langsung diperlihatkan dari hasil pengukuran oleh *Portable Emission Measurement* (PEM-9004) terhadap knalpot kendaraan. Hasil yang diperlihatkan akan langsung ditampilkan pada layar PEM secara lengkap termasuk diantaranya adalah waktu dan lama pengukuran juga persentase gas buang yang dihasilkan dan yang berhasil diserap oleh adsorben arang aktif tempurung kelapa. Adapun hasil pengukuran emisi gas CO, NO, dan NO_x secara umum diperlihatkan pada grafik berikut.

No	Jenis Arang	Kadar Karbon Terikat (%)
1	Arang belum teraktivasi	83,94
2	Arang aktif 6%	93,68
3	Arang aktif 8%	94,15
4	Arang aktif 10%	94,81

Pada Tabel dan Grafik di atas, terlihat bahwa persentase penyerapan yang ditunjukkan oleh arang aktif tempurung kelapa yang belum teraktivasi sangat kecil. Hal tersebut disebabkan karena pori-pori permukaan arang aktif masih tertutupi oleh banyaknya oksida-oksida logam maupun kandungan air dan zat-zat mudah menguap. Perbedaan penyerapan juga terlihat oleh arang aktif yang telah diaktivasi menggunakan ZnCl₂ 6% jika dibandingkan dengan penyerapan oleh arang yang belum

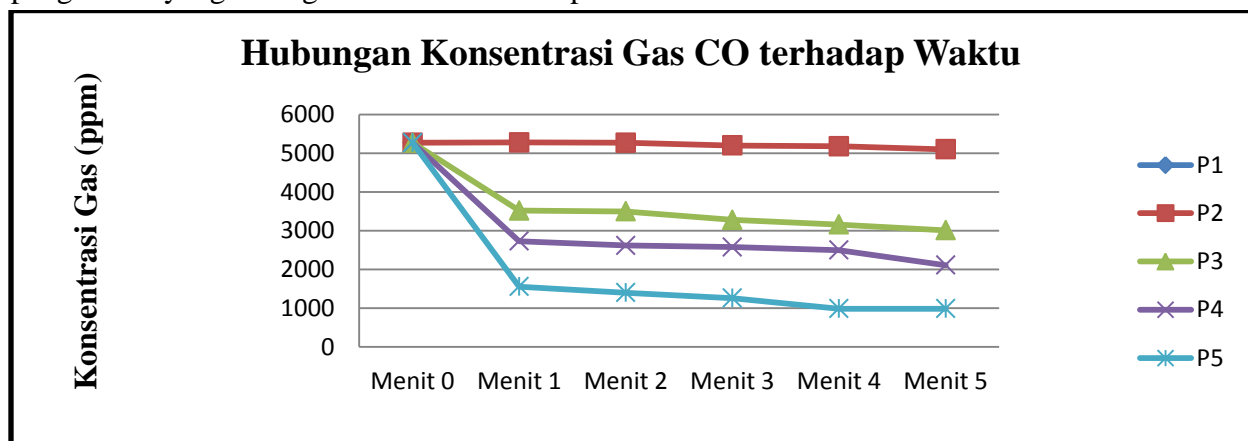
teraktivasi. Persentase peningkatan penyerapan cukup tinggi sehingga mampu menurunkan konsentrasi NO dan NO_x dari 6 ppm menjadi 3 ppm. Hal tersebut disebabkan karena ZnCl₂ yang digunakan sebagai aktivator mampu membuka pori-pori permukaan arang aktif yang masih tertutup oleh oksida-oksida logam dan pengotor-pengotor lainnya.

Hasil yang ditunjukkan oleh penggunaan ZnCl₂ 8% sebagai aktivator arang tempurung kelapa memperlihatkan adanya peningkatan penyerapan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan aktivator ZnCl₂ konsentrasi 6%. Pada menit ketiga, penyerapan NO dan NO_x telah mencapai maksimum yang ditunjukkan dengan adanya persentase 0% pada hasil penyerapan dan diperlihatkan dengan persentase penyerapan yaitu sebesar 100%. Hal ini disebabkan karena konsentrasi ZnCl₂ yang digunakan sebagai aktivator jauh lebih besar dibandingkan sebelumnya sehingga kemampuan ZnCl₂ untuk membuka pori-pori arang aktif juga jauh lebih besar.

Pada penggunaan aktivator ZnCl₂ 10% menunjukkan penyerapan yang sangat besar dan hal tersebut juga ditunjukkan oleh meningkatnya penyerapan pada menit ke tiga sehingga membuat konsentrasi gas emisi buang CO, NO, dan NO_x yang dikeluarkan oleh knalpot kendaraan bermotor menjadi 0 ppm. Besarnya penyerapan ini juga dikarenakan oleh besarnya pori-pori arang aktif setelah dilakukan aktivasi oleh ZnCl₂ menggunakan konsentrasi paling besar diantara arang aktif yang telah digunakan sebelumnya yaitu sebesar 10%.

Beda halnya dengan NO dan NO_x, konsentrasi CO yang terdapat pada kendaraan kali ini sangat tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh besarnya pembakaran tidak sempurna bahan bakar yang terjadi pada kendaraan. Adapun penyerapan oleh arang aktif sebelum dan setelah aktivasi memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap

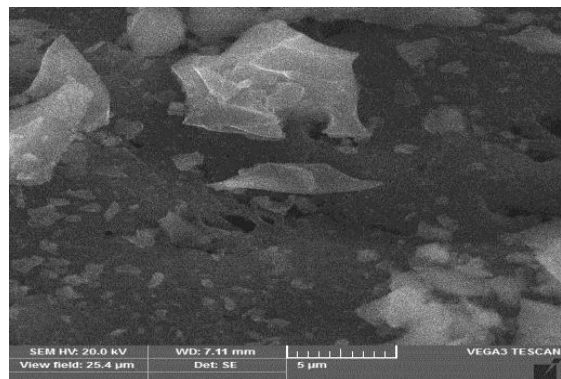
penurunan gas CO. Dengan adanya penambahan arang tempurung kelapa yang diperlakukan pada kendaraan, menyebabkan konsentrasi CO menurun dari 5100 ppm hingga 990 ppm. Berikut grafik yang memperlihatkan penurunan konsentrasi emisi gas buang CO diperlihatkan pada Gambar 3.



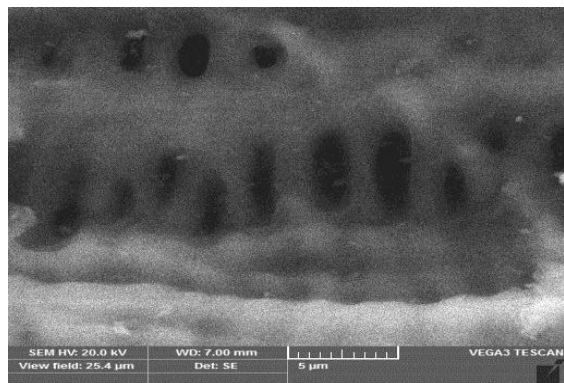
Gambar 3. Grafik Pengukuran Emisi CO Tanpa dan Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa sebelum dan Setelah Aktivasi

5.2 Karakterisasi Permukaan Adsorben Melalui Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Morfologi permukaan adsorben arang tempurung kelapa sebelum dan setelah aktivasi menggunakan ZnCl₂ 10% diidentifikasi menggunakan SEM dengan perbesaran objek 5000 kali yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



(a)



(b)

Gambar 4. Hasil Uji SEM Perbesaran 5000 kali (a) Arang Aktif Sebelum Aktivasi (b) Arang Aktif Aktivasi ZnCl₂ 10%

Berdasarkan gambar 4, terlihat perbedaan morfologi permukaan dari arang tempurung kelapa sebelum dan setelah aktivasi. Pada arang aktif tempurung kelapa yang telah diaktivasi menggunakan ZnCl_2 10%, terlihat distribusi pori-pori yang lebih beraturan dengan jumlah pori lebih banyak dibandingkan sebelum aktivasi. Selain itu, pada arang aktif aktivasi ZnCl_2 10% jumlah pori-pori permukaan terlihat lebih banyak dibandingkan dengan pori-pori arang aktif sebelum aktivasi yang jauh lebih sedikit. Hal ini disebabkan aktivasi menggunakan ZnCl_2 mampu melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan kemampuan penjerapan adsorbat oleh arang aktif tempurung kelapa menjadi lebih maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Arang aktif tempurung kelapa yang teraktivasi ZnCl_2 10% memiliki potensi sebagai media adsorben untuk mengadsorpsi gas buang CO , NO , dan NO_x
2. Pengujian kualitas arang aktif tempurung kelapa aktivasi ZnCl_2 10% telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Zainal, dan Sukoco, 2009, *Pengendalian Polusi*

Kendaraan, Bandung: ALFABETA.

Basuki, K. R., Setiawan, D., dan Nurimaniwathy, 2008, *Penurunan Konsentrasi CO dan NO_2 pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang disisipi TiO_2* (online), **4**(1), (<http://www.digilb.batan.go.id>), diakses 4 Februari 2014).

Budiono, A., Suhartana, dan Gunawan, 2010, *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol*, Skripsi-S2, Universitas Diponegoro.

Darmawan, S., 2009, *Optimasi Suhu dan Aktivasi dengan Asam Fosfat dalam Produksi Arang Aktif Tempurung Kemiri*, Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan **2**(2): 51-56.

Handoko, C.T., Elisabeth, dan Syadiyah, H., 2012, *Efektivitas Penjerapan Polutan Gas Beracun Karbonmonoksida (CO) Menggunakan Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Kulit Kakao*, Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.

Hendra, Dj., Pari, G., 2009, *Pembuatan Arang Aktif dari Tandan Kosong Kelapa*

- Sawit, Buletin Penelitian Hasil Hutan, Jakarta.
- Hendri Saputra, 2012, *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ambang Batas dan Pembersih Gas Karbon Monoksida (CO) dengan sensor TGS 2442 Berbasis Mikrokontroler AT89SSI*, Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Hermanto, B., 2006, *Hubungan Kepadatan Kendaraan dengan Kadar Karbon (CO) di Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar Tahun 2006*, Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Irham, Muh., 2011, *Pencemaran di Sungai Tallo Semakin Mengkhawatirkan*, Tribun Timur, Makassar.
- Iskandar, 2012, *Analisis Unsur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Metode Analisis Ultimat (Ultimate Analysis)*, Skripsi-S1, Universitas Haluoleo, Kendari.
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 1988, *Pedoman Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, Departemen Kelestarian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kurniati, E., 2008, *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif*, Penelitian Ilmu Teknik (online), 8(2) (http://eprints.upnjatim.ac.id/2805/2/Jurnal_Elly_4.pdf diakses 4 Januari 2014).
- Kusmaningrum, N., dan Gunawan, 2008, *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*, Bandung: Puslitbang.
- Maryanto, D., Mulasari, S. A., dan Suryani, D., 2009, *Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) dengan Penambahan Arang Aktif pada Kendaraan Bermotor di Yogyakarta*, KESMAS (online) (<http://www.penganten.com/Carbon%20Aktif/proposal%Carbon%20K.pdf>, diakses 2 Januari 2014).
- Meyliana Santy, Nova Srikandi, 2010, *Kontribusi Asap Kendaraan Bermotor terhadap Kesehatan Masyarakat di Kota Jambi*, Sekolah Menengah Kejuruan, Jambi.
- Palguna, A., 2010, *Pengendalian Pencemaran Emisi Sumber Bergerak*, KLH.
- Portable Emissions Measurement (PEM) 9004 Analyzer*, 2008, (online) (<http://www.teledyne-ai.com>, diakses 1 Januari 2014).
- Sembiring, Meilita, dan Surya, T., 2009, *Arang Aktif*, Digitized

USU Digital Library,
Sumatera Utara.

Standar Nasional Indonesia, 1995,
(Dalam Suryani, 2009), SNI
06-3730-1995: Arang Aktif
Teknis, Dewan Standarisasi
Nasional, Jakarta.

Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar
Pengolahan Air Limbah*,
Edisi ke-1, Penerbit
Universitas Indonesia,
Jakarta, Hal: 10-25.

Suhartana, 2011, *Pemanfaatan
Tempurung Kelapa sebagai
Bahan Baku Arang Aktif dan
Aplikasinya untuk
Penjernihan Air Sumur di
Desa Belor Kecamatan
Ngaringan Kabupaten
Grobogan*, Skripsi S1
Universitas Diponegoro.